

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-190708

(43)Date of publication of application : 05.07.2002

(51)Int.Cl. H01Q 13/08
H01Q 1/38
H01Q 5/01
H04B 1/40

(21)Application number : 2001-312668 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 10.10.2001 (72)Inventor : YAMAMOTO ATSUSHI
IWAI HIROSHI
OGAWA KOICHI

(30)Priority

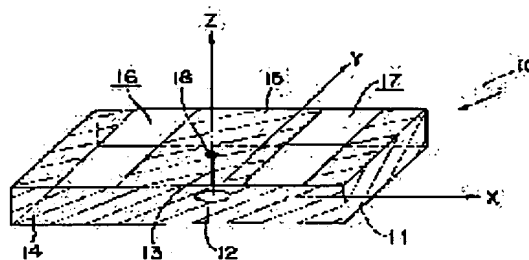
Priority number : 2000313730 Priority date : 13.10.2000 Priority country : JP

(54) ANTENNA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an antenna which can be operated by a plurality of arbitrary frequencies with comparatively simple structure.

SOLUTION: The antenna is provided with a casing constituted of a ground conductor forming the lower face of the antenna, a ceiling conductor which is oppositely arranged to the ground conductor and forms the upper face of the antenna, and side conductors forming antenna sides, with at least one opening part arranged in a part of the casing and opened to radiate a radio wave, with a power feeding point which is arranged on the ground conductor and to which power is supplied from outside through a prescribed power feeding line and with an antenna element which is connected to the power feeding point at one end side, is connected to the ceiling conductor at the other end side through a frequency selecting circuit and whose periphery is surrounded by the side conductors.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.08.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-190708

(P2002-190708A)

(43)公開日 平成14年7月5日(2002.7.5)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト(参考)
H 0 1 Q	13/08	H 0 1 Q	5J045
	1/38		5J046
	5/01		5K011
H 0 4 B	1/40	H 0 4 B	

審査請求 未請求 請求項の数32 O L

(全23頁)

(21)出願番号 特願2001-312668(P2001-312668)
 (22)出願日 平成13年10月10日(2001.10.10)
 (31)優先権主張番号 特願2000-313730(P2000-313730)
 (32)優先日 平成12年10月13日(2000.10.13)
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (72)発明者 山本 温
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (72)発明者 岩井 浩
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内
 (74)代理人 100062144
 弁理士 青山 葆 (外1名)

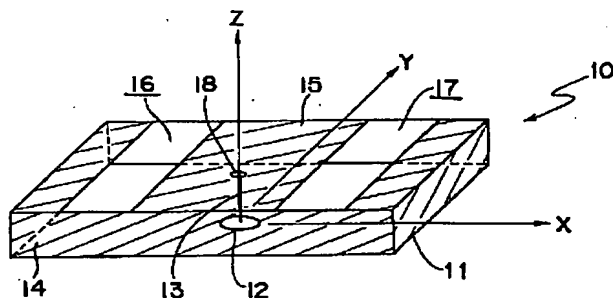
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アンテナ

(57)【要約】

【課題】 比較的簡単な構造で、複数の任意の周波数で動作することが可能なアンテナを提供する。

【解決手段】 アンテナにおいて、アンテナ下面をなす接地導体と、該接地導体に対向して配置されアンテナ上面をなす天井導体と、アンテナ側面をなす側面導体とから構成されてなる筐体と、該筐体の一部に設けられ、電波を放射するように開口する少なくとも1つの開口部と、上記接地導体上に配置され、外部より所定の給電線路を介して電力供給される給電点と、一端側で上記給電点に接続される一方、他端側で上記天井導体と周波数選択回路を介して接続されるとともに、その周囲を側面導体により囲まれたアンテナ素子とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アンテナにおいて、

アンテナ下面をなす接地導体と、該接地導体に対向して配置されアンテナ上面をなす天井導体と、アンテナ側面をなす側面導体とから構成されてなる筐体と、上記筐体の一部に設けられ、電波を放射するように開口する少なくとも1つの開口部と、上記接地導体上に配置され、外部より所定の給電線路を介して電力供給される給電点と、一端側で上記給電点に接続される一方、他端側で所定の周波数選択回路を介して上記天井導体と接続されるとともに、その周囲を側面導体により囲まれたアンテナ素子とを有していることを特徴とするアンテナ。

【請求項2】 更に、上記天井導体には、上記アンテナ素子と天井導体との接続部周囲において、略環状の貫通孔が形成され、該貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがアンテナ素子と天井導体との接続部における上記周波数選択回路とは異なる周波数選択回路を介して接続されていることを特徴とする請求項1記載のアンテナ。

【請求項3】 上記略環状の貫通孔が同心円状に複数形成され、各貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがそれぞれ別個の周波数選択回路を介して接続されていることを特徴とする請求項2記載のアンテナ。

【請求項4】 上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体がXY平面上に位置し、上記給電点が原点に位置し、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZY平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZY平面に対して対称となるように配置されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項5】 更に、上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZX平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZX平面に対して対称になるように配置されていることを特徴とする請求項4記載のアンテナ。

【請求項6】 上記周波数選択回路が並列共振回路から構成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項7】 上記周波数選択回路がローパスフィルタから構成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項8】 上記周波数選択回路が切替えスイッチから構成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項9】 上記給電線路とのインピーダンス整合を得るための整合導体を備えており、該整合導体上記接地導体と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項10】 上記整合導体が周波数選択回路を介して接地導体と接続されていることを特徴とする請求項9記載のアンテナ。

【請求項11】 上記整合導体がアンテナ素子と電氣的に接続されていることを特徴とする請求項9又は10に記載のアンテナ。

【請求項12】 上記筐体の内部空間の一部又は全てが誘電体で充填されていることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項13】 上記天井導体が、所定の誘電体基板上に形成された金属パターンからなることを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項14】 上記開口部における電界分布を変化させるための電界調整導体が設けられていることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項15】 上記電界調整導体が、上記筐体と周波数選択回路を介して接続されていることを特徴とする請求項14記載のアンテナ。

【請求項16】 更に、上記筐体に設けられた開口部の開口面積を可変とする開口面積可変手段を有していることを特徴とする請求項1～15のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項17】 アンテナ下面をなす接地導体が円形状に形成されていることを特徴とする請求項1～16のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項18】 更に、特定の周波数又は周波数帯域の信号を送受信するための送受信回路が設けられており、上記送受信回路が、一端側で、上記アンテナ素子に接続される一方、他端側で、ベースバンド信号処理を行なう所定のデバイスに連絡する信号伝送ケーブルに接続されていることを特徴とする請求項1～17のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項19】 上記送受信回路が筐体内に配設され、また、該送受信回路を遮蔽するカバー部材が設けられていることを特徴とする請求項18記載のアンテナ。

【請求項20】 上記接地導体に中空の凸部が形成され、上記送受信回路が、接地導体の裏面側にて該凸部により構成される空間部内に収納されていることを特徴とする請求項18記載のアンテナ。

【請求項21】 上記接地導体の裏面側にて凸部により構成される空間部を遮蔽するカバー部材が設けられていることを特徴とする請求項20記載のアンテナ。

【請求項22】 上記送受信回路が、電源不要な受動素子から構成されていることを特徴とする請求項18～21のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項23】 上記送受信回路が、送受信対象である信号について周波数変換可能な高周波ICを備えていることを特徴とする請求項18～21のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項24】 上記送受信回路が、特定の通過周波数

帯域をもつフィルタを有していることを特徴とする請求項18～22のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項25】 上記送受信回路が、互いに異なる通過周波数帯域をもつ複数のフィルタと、これらのフィルタのうちの1つを有効にするように切替動作を行なうフィルタスイッチとを備えたフィルタ切替回路を有していることを特徴とする請求項24記載のアンテナ。

【請求項26】 更に、送信用の増幅器及び／又は受信用の増幅器が設けられていることを特徴とする請求項24又は25に記載のアンテナ。

【請求項27】 送信用及び／又は受信用に、互いに異なる増幅率をもつ複数の増幅器が設けられていることを特徴とする請求項26記載のアンテナ。

【請求項28】 送信用及び／又は受信用に、互いに異なる動作周波数をもつ複数の増幅器が設けられていることを特徴とする請求項26記載のアンテナ。

【請求項29】 上記複数の送信用の増幅器が共に分配器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、上記分配器が、該信号伝送ケーブルから入力される1つの信号を複数の信号に分岐させ、上記複数の送信用の増幅器へ出力することを特徴とする請求項27又は28に記載のアンテナ。

【請求項30】 上記複数の受信用の増幅器が共に合成器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、上記合成器が、上記受信用の増幅器から入力される複数の信号を1つの信号に合成して、上記信号伝送ケーブルへ出力することを特徴とする請求項27～29のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項31】 上記信号伝送ケーブルが光ファイバであり、該光ファイバに接続される送信用の光－電気変換可能な光受動素子及び／又は受信用の電気－光変換可能な光能動素子が設けられていることを特徴とする請求項18～21のいずれかに記載のアンテナ。

【請求項32】 上記光受動素子及び上記光能動素子がそれぞれ接続される光ファイバがフォトカプラを介して1本の光ファイバに連結されていることを特徴とする請求項31記載のアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、アンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】 図33～図36を参照しながら、従来知られたアンテナについて説明する。図33からよく分かるように、このアンテナ130は、アンテナ下面をなす接地導体131と、該接地導体131に対向して配置され、アンテナ上面をなす天井導体135、138と、アンテナ側面をなす側面導体134とから構成される筐体を備えており、これら接地導体131、側面導体134、天井導体135、138は互いに電氣的に接続され

ている。接地導体131上には、外部より電力供給される給電点132が設けられている。また、導体線からなるアンテナ素子133が、その一端部が給電点132に電氣的に接続される一方、他端部がアンテナ上面の中央に設けられた1本の線状導体139に半田等で機械的および電氣的に接続されるように設けられている。更に、アンテナ上面では、線状導体139の両側に、電波を放射させるための開口部136、137が対称的に形成されている。

10 【0003】 図34に、アンテナ130についての寸法設定の一例を示す。なお、図33及び図34では、X、Y、Zの3次元座標空間が設定されており、アンテナ130は、その接地導体131がXY平面上に位置し、給電点132が原点に位置し、更に、線状導体139がY軸方向に沿って延びるように配置され、ZY平面及びZX平面に対して対称的な構造を有している。この例において、接地導体131は正形状に形成され、自由空間波長を基準として、X軸及びY軸に沿ったその各辺の長さが $0.76 \times \lambda$ (λ : 自由空間波長) に設定されている。また、Z軸に沿った側面導体134の高さは $0.08 \times \lambda$ に設定されている。アンテナ上面では、その中央に配置された線状導体139の両側に配置される開口部136、137のX軸に沿った長さが $0.19 \times \lambda$ に設定されとともに、天井導体135、138のX軸方向に沿った辺の長さは $0.19 \times \lambda$ に設定されている。Z軸に沿ったアンテナ素子133の長さは $0.08 \times \lambda$ に設定されている。

30 【0004】 図35は、前述のように寸法設定されたアンテナ130についての入力インピーダンス特性の50Ω給電線路に対する電圧定在波比(VSWR: voltage standing wave ratio) 特性を示したものである。図の横軸は、共振周波数f0で規格化されている。この図から、VSWRが2以下の帯域が10%以上あり、広帯域にわたり反射損失の少ない良好なインピーダンス特性を示していることが分かる。

【0005】 また、図36は、前述のように寸法設定されたアンテナ130についての放射指向性を示したものである。放射指向性をあらわす円形チャートを目盛りは1間隔について10dBであり、単位は点波源の放射電力を基準にしたdBiである。この図から分かるように、アンテナ130では、Y方向への電波の放射が抑制され、X方向へ双指向性が得られる。かかる特性を有するアンテナ130は、例えば廊下等の細長い室内空間における利用に非常に有効である。

【0006】 また、アンテナ130では、電波を放射させるための開口部136、137がアンテナ上面に形成され、電波放射源であるアンテナ素子133が接地導体131と側面導体134とにより囲まれているため、アンテナ側面方向及び下面方向(すなわち配置環境)における放射電波への影響が小さい。この特性により、アン

テナ130を室内の天井等の設置面に設置する場合には、アンテナ本体を設置面内部に埋め込み、アンテナ上面が放射空間に面するように、設置面と略面一に設置することが可能である。その結果、設置面からの突起物をなくすることができ、人目に付きにくい景観上好ましいアンテナとなる。

【0007】更に、アンテナ130では、アンテナ素子133の高さが $0.08 \times \lambda$ に設定され、従来よく知られる $1/4$ 波長アンテナ素子よりも低くなっている。これにより、アンテナ本体の小型化を図ることができ、該アンテナ本体を天井等の設置面に埋め込むことが不可能な場合に、設置面からの突起物を小さくすることができ、人目に付きにくい景観上好ましいアンテナとなる。

【0008】また、更に、アンテナ130は、ZY平面及びZX平面に対して対称的な構造を有しており、この場合には、アンテナからの放射電波の指向性がZY平面及びZX平面に対して対称になるという効果が得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した構造を有する従来のアンテナ130は、基底動作周波数の奇数倍の周波数でのみ共振可能であり、これを複数の任意の周波数で動作させることは不可能であった。このため、複数の任意の周波数の電波を放射させるには、複数個のアンテナを用意する必要があった。アンテナが複数個になれば、設置に必要なスペースは大きくなり、また、アンテナ数が増えるに伴ない信号伝送線路の数が増え、設置に必要なスペースは更に大きくなる。その結果、設置に必要なスペースが、設置面の受け入れ可能な限度を超える場合には、アンテナ本体を人目に付きにくいように設置することが困難となり、景観上好ましくないアンテナとなる惧れがある。

【0010】本発明は、上記技術的課題に鑑みてなされたもので、アンテナ本体の小型化を実現しつつ、比較的簡単な構造で、複数の任意の周波数の電波を放射することが可能なアンテナを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願の請求項1に係る発明は、アンテナにおいて、アンテナ下面をなす接地導体と、該接地導体に対向して配置されアンテナ上面をなす天井導体と、アンテナ側面をなす側面導体とから構成されてなる筐体と、上記筐体の一部に設けられ、電波を放射するように開口する少なくとも1つの開口部と、上記接地導体上に配置され、外部より所定の給電線路を介して電力供給される給電点と、一端側で上記給電点に接続される一方、他端側で上記天井導体と所定の周波数選択回路を介して接続されるとともに、その周囲を上記側面導体により囲まれたアンテナ素子とを有していることを特徴としたものである。

【0012】また、本願の請求項2に係る発明は、請求

項1に係る発明において、更に、上記天井導体におけるアンテナ素子と天井導体との接続部周囲に、略環状の貫通孔が形成され、該貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがアンテナ素子と天井導体との接続部における上記周波数選択回路とは異なる周波数選択回路を介して接続されていることを特徴としたものである。

【0013】更に、本願の請求項3に係る発明は、請求項2に係る発明において、上記略環状の貫通孔が同心円状に複数形成され、各貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがそれぞれ別個の周波数選択回路を介して接続されていることを特徴としたものである。

【0014】また、更に、本願の請求項4に係る発明は、請求項1～3に係る発明のいずれかにおいて、上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体がXY平面上に位置し、上記給電点が原点に位置し、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZY平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZY平面に対して対称となるように配置されていることを特徴としたものである。

【0015】また、更に、本願の請求項5に係る発明は、請求項4に係る発明において、更に、上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZX平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZX平面に対して対称となるように配置されていることを特徴としたものである。

【0016】また、更に、本願の請求項6に係る発明は、請求項1～5に係る発明のいずれかにおいて、上記周波数選択回路が並列共振回路から構成されていることを特徴としたものである。

【0017】また、更に、本願の請求項7に係る発明は、請求項1～5に係る発明のいずれかにおいて、上記周波数選択回路がローパスフィルタから構成されていることを特徴としたものである。

【0018】また、更に、本願の請求項8に係る発明は、請求項1～5に係る発明のいずれかにおいて、上記周波数選択回路が切替えスイッチから構成されていることを特徴としたものである。

【0019】また、更に、本願の請求項9に係る発明は、請求項1～7に係る発明のいずれかにおいて、上記給電線路とのインピーダンス整合を得るための整合導体を備えており、該整合導体の上記接地導体と電気的に接続されていることを特徴としたものである。

【0020】また、更に、本願の請求項10に係る発明は、請求項9に係る発明において、上記整合導体が周波数選択回路を介して接地導体と接続されていることを特徴としたものである。

【0021】また、更に、本願の請求項11に係る発明は、請求項9又は10に係る発明において、上記整合導体がアンテナ素子と電気的に接続されていることを特徴

10

20

30

40

50

としたものである。

【0022】また、更に、本願の請求項12に係る発明は、請求項1～11に係る発明のいずれかにおいて、上記筐体の内部空間の一部又は全てが誘電体で充填されていることを特徴としたものである。

【0023】また、更に、本願の請求項13に係る発明は、請求項1～12に係る発明のいずれかにおいて、上記天井導体が、所定の誘電体基板上に形成される金属パターンからなることを特徴としたものである。

【0024】また、更に、本願の請求項14に係る発明は、請求項1～13に係る発明のいずれかにおいて、上記開口部における電界分布を変化させるための電界調整導体が設けられていることを特徴としたものである。

【0025】また、更に、本願の請求項15に係る発明は、請求項14に係る発明において、上記電界調整導体が、上記筐体と周波数選択回路を介して接続されていることを特徴としたものである。

【0026】また、更に、本願の請求項16に係る発明は、請求項1～15に係る発明のいずれかにおいて、更に、上記筐体に設けられた開口部の開口面積を可変とする開口面積可変手段を有していることを特徴としたものである。

【0027】また、更に、本願の請求項17に係る発明は、請求項1～16に係る発明のいずれかにおいて、アンテナ下面をなす接地導体が円形状に形成されていることを特徴としたものである。

【0028】また、更に、本願の請求項18に係る発明は、請求項1～17に係る発明のいずれかにおいて、特定の周波数又は周波数帯域の信号を送受信するための送受信回路が設けられており、上記送受信回路が、一端側で、上記アンテナ素子に接続される一方、他端側で、ベースバンド信号処理を行なう所定のデバイスに連絡する信号伝送ケーブルに接続されていることを特徴としたものである。

【0029】また、更に、本願の請求項19に係る発明は、請求項18に係る発明において、上記送受信回路が筐体内に配設され、また、該送受信回路を遮蔽するカバー部材が設けられていることを特徴としたものである。

【0030】また、更に、本願の請求項20に係る発明は、請求項18に係る発明において、上記接地導体に中空の凸部が形成され、上記送受信回路が、接地導体の裏面側にて該凸部により構成される空間部内に収納されていることを特徴としたものである。

【0031】また、更に、本願の請求項21に係る発明は、請求項20に係る発明において、上記接地導体の裏面側にて凸部により構成される空間部を遮蔽するカバー部材が設けられていることを特徴としたものである。

【0032】また、更に、本願の請求項22に係る発明は、請求項18～21に係る発明のいずれかにおいて、上記送受信回路が、電源不要な受動素子から構成さ

れていることを特徴としたものである。

【0033】また、更に、本願の請求項23に係る発明は、請求項18～21に係る発明のいずれかにおいて、上記送受信回路が、送受信対象である信号について周波数変換可能な高周波ICを備えていることを特徴としたものである。

【0034】また、更に、本願の請求項24に係る発明は、請求項18～22に係る発明のいずれかにおいて、上記送受信回路が、特定の通過周波数帯域をもつフィルタを有していることを特徴としたものである。

【0035】また、更に、本願の請求項25に係る発明は、請求項24に係る発明において、上記送受信回路が、互いに異なる通過周波数帯域をもつ複数のフィルタと、これらのフィルタのうちの1つを有効にするように切替動作を行なうフィルタスイッチとを備えたフィルタ切替回路を有していることを特徴としたものである。

【0036】また、更に、本願の請求項26に係る発明は、請求項24又は25に係る発明において、送信用の増幅器及び／又は受信用の増幅器が設けられていることを特徴としたものである。

【0037】また、更に、本願の請求項27に係る発明は、請求項26に係る発明において、送信用及び／又は受信用に、互いに異なる増幅率をもつ複数の増幅器が設けられていることを特徴としたものである。

【0038】また、更に、本願の請求項28に係る発明は、請求項26に係る発明において、送信用及び／又は受信用に、互いに異なる動作周波数をもつ複数の増幅器が設けられていることを特徴としたものである。

【0039】また、更に、本願の請求項29に係る発明は、請求項27又は28に係る発明において、上記複数の送信用の増幅器が共に分配器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、上記分配器が、該信号伝送ケーブルから入力される1つの信号を複数の信号に分岐させ、上記複数の送信用の増幅器へ出力することを特徴としたものである。

【0040】また、更に、本願の請求項30に係る発明は、請求項27～29に係る発明のいずれかにおいて、上記複数の受信用の増幅器が共に合成器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、上記合成器が、上記受信用の増幅器から入力される複数の信号を1つの信号に合成して、上記信号伝送ケーブルへ出力することを特徴としたものである。

【0041】また、更に、本願の請求項31に係る発明は、請求項18～21に係る発明のいずれかにおいて、上記信号伝送ケーブルが光ファイバであり、該光ファイバに接続される送信用の光－電気変換可能な光受動素子及び／又は受信用の電気－光変換可能な光能動素子が設けられていることを特徴としたものである。

【0042】また、更に、本願の請求項32に係る発明は、請求項31に係る発明において、上記光受動素子及

び上記光能動素子がそれぞれ接続される光ファイバがフォトカプラを介して1本の光ファイバに連結されていることを特徴としたものである。

【0043】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照しながら説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1に係るアンテナの構成を示す斜視図である。このアンテナ10は、アンテナ下面をなす接地導体11と、該接地導体11に対向して配置され、アンテナ上面をなす天井導体15と、アンテナ側面をなす側面導体14とから構成される筐体を備えている。これら接地導体11、側面導体14、天井導体15は互いに電氣的に接続されている。接地導体11上には、外部より所定の給電線路を介して電力供給されるための給電点12が設けられている。また、導体線からなるアンテナ素子13が、その一端部が給電点12に電氣的に接続される一方、他端部が天井導体15側へ延びるように設けられている。アンテナ素子13の他端部は、図2を参照して後述するように、天井導体15の中央に位置する給電部18を構成する。更に、天井導体15には、給電部18が構成される領域を挟み、電波を放射させるための矩形状の開口部16、17が対称的に形成されている。

【0044】図2に、給電部18を拡大して示す。この実施の形態1では、天井導体15において、アンテナ素子13をその外周部に沿って取り囲む孔部15aが形成されている。孔部15aの形状及び寸法は、その外縁部とアンテナ素子13の外周部との間に所定の間隔が確保されるように設定されている。図2では、孔部15aを構成する天井導体15の外縁部とアンテナ素子13との間のギャップを符号20であらわす。更に、アンテナ素子13と孔部15aを構成する天井導体15の外縁部とは周波数選択回路19を介して接続されている。この実施の形態1では、周波数選択回路19が、並列共振回路であるLC並列回路から構成されている。

【0045】なお、図1及び以下で参照するアンテナ10の構成を示す斜視図では、X、Y、Zの3次元座標空間が設定されており、アンテナ10は、その接地導体11がXY平面上に位置し、給電点12が原点に位置し、更に、開口部16、17がY軸方向に沿って延びるように配置され、ZY平面及びZX平面に対して対称的な構造を有するものとする。

【0046】かかる構成を備えたアンテナ10の動作について説明する。アンテナ10の動作を説明する上で、周波数選択回路19が所定の導体に置き換えられてなるアンテナ（以下、アンテナAという）を想定し、そのアンテナの共振周波数を f_1 とする。また、周波数選択回路19が取り除かれてなるアンテナ（以下、アンテナBという）を想定し、そのアンテナの共振周波数を f_2 とする。すなわち、アンテナAは、アンテナ素子13と天

井導体15とが短絡された構造を有するもので、アンテナBは、アンテナ素子13と天井導体15との間におけるギャップ20により電氣的容量を直列に接続した構造を有するものである。これにより、アンテナAとアンテナBとでは、互いに異なる共振周波数をもつことになる。

【0047】アンテナ10に用いられる周波数選択回路19は、その共振周波数が f_2 であるもので、図8のスミスチャートに示すように、周波数 f_1 で低インピーダンスとなり、周波数 f_2 で高インピーダンスとなる特性を有している。 f_2 が2.14GHzである場合には、周波数選択回路19に用いられるLC並列回路におけるインダクタンスL及び容量Cの組合せとして、例えば、 $L=11\text{ nH}$ 、 $C=0.5\text{ pF}$ の組合せを用いることができる。かかる周波数選択回路19を用いて、アンテナ素子13と天井導体15とを接続すると、周波数 f_1 では周波数選択回路19は低インピーダンス、つまり短絡に近い状態となり、前述したアンテナAと同様に動作する。また、一方、周波数 f_2 では周波数選択回路19は高インピーダンス、つまり開放に近い状態となり、前述したアンテナBと同様に動作する。このように、アンテナ10は1つのアンテナ構造で、アンテナA及びアンテナBの動作周波数である2つの周波数で動作するアンテナとなる。

【0048】次に、図3を参照して、アンテナ10による電波の放射原理について説明する。周波数 f_1 及び f_2 のいずれにおいても、電波の励振はアンテナ素子13で行われて、電波が放射される。この放射された電波が、天井導体15に形成された2つの開口部16、17を通じて外部空間に放射される。このアンテナ10では、開口部16、17が、放射源であるアンテナ素子13に対して対称的な位置に配置されている。これにより、アンテナ素子13により開口部16、17に励起される電界は同相となるため、図3の(a)に示すように、各開口部16、17にてX方向に沿って生じる電界Rの向きは逆向きとなる。開口部16、17に励起されるX方向の電界Rを磁流Sに置き換えると、図3の(b)に示すように、各開口部16、17の位置におけるY軸と平行で互いに逆向きである、振幅の等しい線状磁流源としてあらわすことができる。この場合には、アンテナ10の電波の放射が、かかる2つの磁流源からの電波の放射であると考えることができる。つまり、アンテナ10の電波の放射は、この2つの磁流源のアレーによる放射と見ることができる。

【0049】具体的には、上記の2つの磁流源から放射された電波は、磁流源がZY平面に対して対称的に配置されているため、ZY平面上において等振幅で位相が互いに逆相になり相殺される。つまり、ZY平面には電波は放射されない。また、ZX平面では2つの磁流源から放射される電波の位相が揃う方向があり、その方向には

電波が強められる。一例として磁流源間距離が自由空間で $1/2$ 波長である場合には、 X 軸方向に位相が揃うため、 $+X$ 方向および $-X$ 方向に放射電波が強められる。更に、開口部16, 17の Y 方向の長さを長くすると磁流源が長くなり、その結果、 X 方向への放射が絞られ利得が大きくなる。すなわち、開口部16, 17の長さにより利得を調整することが可能である。

【0050】また、一般的に、有限大の接地導体を有するアンテナでは、接地導体の端部において、電波の回折が生じる。すなわち、有限大の接地導体を有するアンテナによる放射電波は、アンテナ素子による放射電波と接地導体の端部における回折波との和となる。このことは、アンテナ10にも当てはまり、天井導体15、側面導体14、接地導体11における各端部及び屈折箇所において回折が起こる。この実施の形態1では、天井導体15に開口部16, 17が形成されており、特に天井導体15の端部において、回折波の影響が大きくなる。したがって、アンテナ10による放射電波の指向性は、開口部16, 17の位置、個数及び寸法に加え、天井導体15、側面導体14、接地導体11の各々の寸法及び形状に依存して変化させられるものである。

【0051】図4に、アンテナ10についての寸法設定の一例を示す。この例において、周波数 f_2 は $2.6 \times f_1$ である。周波数が f_1 であるときの自由空間波長を λ_1 、周波数が f_2 であるときの自由空間波長を λ_2 とする。 XY 平面上に配置された接地導体11は長方形に形成され、各辺がそれぞれ $0.72 \times \lambda_1$ 、 $0.56 \times \lambda_1$ に設定されている。また、側面導体14の高さは $0.06 \times \lambda_1$ に設定されている。接地導体11と対向し XY 平面に沿って配置された天井導体15は、開口部16, 17に挟まれた領域にて、 Y 方向に沿って延びる長方形に形成され、 X 軸と平行な辺の長さが $0.26 \times \lambda_1$ に設定されるとともに、 Y 軸に平行な辺の長さが $0.56 \times \lambda_1$ に設定されている。また、天井導体15は、アンテナ上面の両縁部をなす領域にて、 Y 方向に沿って延びる長方形に形成され、 X 軸と平行な辺の長さが $0.08 \times \lambda_1$ に設定されるとともに、 Y 軸に平行な辺の長さが $0.56 \times \lambda_1$ に設定されている。

【0052】更に、天井導体15に形成された2つの開口部16, 17は、 Y 方向に沿って延びる長方形に形成され、共に、その X 軸と平行な辺の長さが $0.15 \times \lambda_1$ に設定され、 Y 軸に平行な辺の長さが $0.56 \times \lambda_1$ に設定されている。また、更に、アンテナ素子13は Z 軸上に配置され、その直径が $0.015 \times \lambda_1$ に設定されるとともに、その長さが $0.06 \times \lambda_1$ に設定されている。アンテナ10は、互いに直交する ZX 平面及び ZY 平面を基準として対称的な構造を有している。

【0053】このように寸法設定されたアンテナ10のインピーダンス特性及び放射指向性について説明する。図5(a), (b)及び図6は、それぞれ、前述したよ

うに寸法設定されたアンテナ10が、入力インピーダンスの 50Ω 給電線路に対する $VSWR$ 特性を示したものである。図5の(a)では、周波数選択回路19が導体に置き換えられてなるアンテナAのインピーダンス特性が示されており、この特性から、中心周波数 f_1 で共振していることが分かる。また、図5の(b)では、周波数選択回路19が取り除かれてなるアンテナBのインピーダンス特性が示されており、この特性から、中心周波数 f_2 で共振していることが分かる。いずれのアンテナも $VSWR$ が2以下の周波数帯域が比帯域で10%以上であり、インピーダンス特性は広帯域にわたり反射損失の少ない良好な特性を示している。

【0054】一方、図6では、周波数選択回路19として LC 並列回路を用いたアンテナ10の入力インピーダンス特性が示されている。この特性から、周波数 f_1 と f_2 の2つの周波数で共振していることが分かる。このように、アンテナ10は、2つの周波数で反射損失の少ない良好なインピーダンス特性を有するアンテナであることが分かる。

【0055】アンテナ10では、アンテナ素子13の高さが $0.06 \times \lambda_1$ ($0.16 \times \lambda_2$)と設定されており、従来よく知られた $1/4$ 波長アンテナ素子よりも低くなっている。これは、アンテナ10の天井導体15と接地導体11との間に容量性の結合が生じ、アンテナ素子13の先端側に容量性負荷を備えている場合と等価となることによる。すなわち、この実施の形態1に係るアンテナ10では、アンテナ本体の小型化（厳密には薄型化）を図ることができるという従来のアンテナの長所を損なうことなく、複数の周波数での共振を実現することができる。

【0056】図7は、アンテナ10の放射指向性を示したものである。図7の(a)には、 f_1 における放射指向性が示され、また、図7の(b)には、 f_2 における放射指向性が示されている。放射指向性の目盛りは1間隔が10dBであり、単位はダイポールアンテナの利得を基準にしたdBdである。なお、アンテナの利得を表す単位としては、また、点波源の放射電力に対する利得であるdBi ($= -2.15 \text{ dBd}$)を用いてもよい。図7の(a)に示すように、 f_1 における XY 平面の放射指向性では、 Y 方向への電波の放射が抑制され、 X 方向への電波の放射が強められている。これに対して、図7の(b)に示すように、 f_2 における XY 平面の放射指向性では、 Y 方向への電波の放射が抑制されるものの、6方向に強く放射している。これは、アンテナ10の奥行きが $1.43 \times \lambda_2$ ($0.56 \times \lambda_1$)に設定されて、図3(b)を参照して説明した等価磁流源が1波長以上となり、グレーディングロブが生じるためである。

【0057】また、いずれの周波数においても、アンテナ10は、アンテナ下面側に電波をほとんど放射せず、

10

20

30

40

50

アンテナ上面側に非常に強い電波を放射し、特にアンテナ斜め横方向に指向性が強い。つまり、アンテナ素子 13 の周囲を取り囲む側面導体 14 及び接地導体 11 により、アンテナ下面側、つまり Z 方向への放射を小さくさせている。かかる特性を有するアンテナ 10 は、例えば廊下等の細長い室内空間における利用に非常に有効である。

【0058】更に、アンテナ 10 では、電波を放射させるための開口部 16, 17 がアンテナ上面に形成され、放射源であるアンテナ素子 13 が接地導体 11 と側面導体 14 とにより囲まれているため、アンテナ側面方向及びアンテナ下面方向（すなわち配置環境）における放射電波への影響が小さい。すなわち、アンテナ 10 を室内の天井等の設置面に設置する場合、アンテナを設置面内部に埋め込み、アンテナ上面が放射空間に面するように設置面と略面一に設置することが可能である。これにより、設置面からの突起物をなくすることができ、人目に付きにくい景観上好ましいアンテナとなる。また、アンテナ本体がアンテナを設置面内部に埋め込むことが不可能な場合にも、設置面からの突起物が抑制されることにより、一層人目に付きにくいアンテナとなる。また、更に、アンテナ 10 が互いに直交する 2 平面（ZY 平面及び ZX 平面）に対して対称的な構造を有しているため、アンテナ 10 からの放射電波の指向性が上記 2 平面に対して対称になるという効果が得られる。

【0059】以上のように、本実施の形態 1 に係るアンテナ 10 は、比較的簡単な且つ小型の構造で、任意の 2 つ以上の周波数で共振するとともに、所望の指向性を有することができる。

【0060】なお、実施の形態 1 では、アンテナ 10 が ZY 平面、ZX 平面に対して対称的な構造を有する場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、アンテナが、例えば、ZY 平面にのみ対称的な構造を有するもの、若しくは、ZY 平面及び ZX 平面に対して非対称な構造を有するものであってもよい。また、電波を放射するための開口部 16 及び 17、接地導体 11 又は天井導体 15 若しくは側面導体 14 のそれぞれについてのみ、ZY 平面に対して対称的な構造を有する、若しくは、ZY 平面及び ZX 平面に対して対称的な構造を有するものであってもよい。更に、これらの組合せも可能であり、アンテナがこのような対称的な構造を有することにより、放射対象空間に最適な放射指向性を有することができる。

【0061】また、実施の形態 1 では、周波数選択回路 19 として LC 並列回路が用いられる場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、例えば、所望の特性を得るために、周波数選択回路 19 としては、ローパスフィルタ、切替えスイッチを用いてもよい。ローパスフィルタを用いることにより、LC 並列回路に比較

して、通過時と遮断時の周波数特性がより急峻にすることが可能であり、周波数間隔の近い周波数の選択が可能となるという効果が得られる。他方、切替えスイッチを用いることにより、時分割方式の異なる動作周波数の異なるシステムに対してアンテナを動作させることが可能となる。この場合には、動作していないシステムの動作周波数に対する抑制フィルタが不要となる若しくは軽減される効果が得られる。

【0062】更に、実施の形態 1 では、接地導体 11 と側面導体 14 と天井導体 15 と互いに電氣的に接続されている場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、アンテナが、例えば、天井導体 15 と側面導体 14 とが電氣的に開放されている構造、あるいは、接地導体 11 と側面導体 14 とが電氣的に開放されている構造、若しくは、接地導体 11 と側面導体 14 と天井導体 15 とが電氣的に開放されている構造を有するものであってもよい。

【0063】また、更に、実施の形態 1 では、2 つの開口部 16, 17 が形成された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、アンテナが、開口部が 1 つのみ形成された構造若しくは開口部が 3 つ以上形成された構造を有するものであってもよい。

【0064】また、更に、実施の形態 1 では、開口部 16, 17 が長方形に形成された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、例えば、アンテナが、開口部が円形、正方形、多角形、楕円形、半円又はこれらの組合せ若しくは輪状あるいはその他の形状に形成された構造を有するものであってもよい。特に開口部が円形又は楕円形若しくは曲面で形成される場合には、アンテナの導体部分における角部が少なくなり、角部での回折効果が少なくなることにより、放射指向性について、アンテナからの放射電波の交差偏波変換損失が抑制されるという効果が得られる。

【0065】また、更に、実施の形態 1 では、開口部 16, 17 がアンテナ上面に形成された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、例えば、アンテナが、開口部が側面導体 14 に形成された構造、若しくは、開口部が接地導体 11 に形成された構造、あるいは、これらを組み合わせた構造を有するものであってもよい。

【0066】また、更に、実施の形態 1 では、接地導体 11 及び天井導体 15 が長方形に形成された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、例えば、アンテナが、接地導体 11 及び天井導体 15 が、その他の多角形、半円若しくはこれらの組合せ

あるいはその他の形状に形成された構造を有するものであってもよい。特に接地導体11及び天井導体15が円形、楕円形又は曲面でその他の形状に形成される場合には、アンテナの導体部分における角部が少なくなり、角部での回折効果が少なくなることにより、放射指向性について、アンテナからの放射電波の交差偏波変換損失が抑制されるという効果が得られる。

【0067】アンテナを天井等の設置面に設置する場合には、アンテナが目立たないように、アンテナの形状を、天井の升目又は部屋の形状と揃えてほしいという要望があるが、天井の升目又は部屋の形状は固定されるため、アンテナの形状が長方形やその他の多角形であると、アンテナを設置する方向には制限が生じてしまう。これに対して、特にアンテナ下面をなす接地導体が円形状であると、アンテナを設置面に設置する際に、天井の升目又は部屋の形状に配慮することなく、アンテナを設置することが可能である。

【0068】また、更に、実施の形態1では、側面導体14が接地導体11に対して垂直である場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、アンテナは、側面導体14が接地導体11に対して所定角度だけ傾斜させられている構造を有するものであってもよい。

【0069】また、更に、実施の形態1では、側面導体14が接地導体11の輪郭に沿って形成された場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは入力インピーダンス特性を得るために、アンテナは、側面導体が接地導体の輪郭と比較して大きな構造又は小さな構造、あるいは天井導体より大きい構造や小さい構造も可能である。

【0070】また、更に、実施の形態1では、第1の共振周波数 f_1 又は第2の共振周波数 f_2 において十分なインピーダンス整合が得られない周波数の組合せとなる場合もある。これに対処すべく、図9に示すアンテナ21が考えられる。このアンテナ21では、上記実施の形態1に係るアンテナ10の構成に加えて、接地導体11上に一对の整合導体22、22が設けられている。これにより、アンテナ21のインピーダンスと給電線路（不図示）のインピーダンスとの整合が得られる。また、特にインピーダンスが低い場合には、図10に示すアンテナ24のように、整合導体22とアンテナ素子13と導体25を介して接続することにより、インピーダンスを高くして、整合状態を良好にすることが可能である。

【0071】また、更に、周波数の組合せによっては、 f_1 のみ又は f_2 のみのインピーダンスを調整したい場合がある。これに対処すべく、図11に示すアンテナ27が考えられる。このアンテナ27では、整合導体22、22が周波数選択回路22a、22bを介して接地導体11と接続されており、この構成により、 f_1 のみ

又は f_2 のみのインピーダンスを調整することが可能となる。具体的には、 f_1 のみ変化させたい場合、つまり f_2 をそれほど変化させたくない場合には、周波数選択回路22a、22bを、 f_1 で低抵抗となるように、他方、 f_2 で開放となるように調整すればよい。逆に、 f_2 のみ変化させたい場合、つまり f_1 をそれほど変化させたくない場合には、周波数選択回路22a、22bを、 f_2 で低抵抗となるように、 f_1 で開放となるように調整すればよい。

【0072】また、更に、実施の形態1では、開口部16、17の開口面積が一定である場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、アンテナが、図12に示すように、開口部16、17に開口面積を可変とする開口面積可変手段23を備えた構造を有するものであってもよい。この開口面積可変手段23は、開口部16、17上でスライド可能な導体板からなるもので、この導体板をスライドさせることで、開口部16、17の開口面積を変化させることができる。これにより、アンテナの放射指向性を変化させ、所望の放射指向性を得ることが可能になる。

【0073】また、更に、実施の形態1では、アンテナ素子13が直線導体からなるが、これを他のアンテナ素子で構成することも可能である。例えば、アンテナ素子としては、螺旋状の導体線で構成されたヘリカル型アンテナ素子を用いてもよい。この場合には、アンテナ素子が小型・低背になり、すなわち、アンテナの小型化・低背化を図ることができる。

【0074】また、更に、実施の形態1では、アンテナ素子13が天井導体15に直接に接続されない場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、例えば、図13に示すアンテナ28も有用である。このアンテナ28では、アンテナ素子13が、その他端側で、他の部分から孤立した天井導体15の一部（符号29であらわし、以下、孤立部分という）に直接に接続されるとともに、天井導体15の孤立部分29とその他の部分とが、周波数選択回路19を介して互いに接続されている（所謂トップローディング型）。この構成により、共振周波数 f_2 を調整することができる。

【0075】また、実施の形態1に係るアンテナ10をアレー状に配置して、フェーズドアレーアンテナ又はアダプティブアンテナアレーを構成することも可能である。これらの場合には、更なる放射電波の指向性の制御が可能になる。なお、これら実施の形態1において付記した変形例は、後述する実施の形態2～10においても適用可能である。

【0076】次に、本発明の別の実施の形態について説明する。なお、以下では、上記実施の形態1における場合と同じものについては、同一の符号を付し、それ以上の説明を省略する。

実施の形態2．図14は、本発明の実施の形態2に係る

アンテナの構成を示す斜視図である。このアンテナ 30 は、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の構成と略同じ構成を有するもので、この実施の形態 2 では、更に、天井導体 15 において、上記アンテナ素子 13 と天井導体 15 との接続部周囲において、略環状の貫通孔 34 が形成されている。そして、貫通孔 34 を構成する天井導体 15 の内縁部と外縁部とが周波数選択回路 35 を介して接続されている。なお、ここでは、給電部 18 の詳細については、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の構成と同じであるため、図 2 を参照する。

【0077】かかる構成を備えたアンテナ 30 は、上記第 1 の実施の形態のアンテナと同様に、複数の周波数（この実施の形態 2 では 3 つの周波数）で動作するものである。アンテナ 30 の動作を説明する上で、周波数選択回路 19, 35 が導体に置き換えられてなるアンテナ（以下、アンテナ A という）を想定し、そのアンテナの共振周波数を f_1 とする。また、周波数選択回路 35 が取り除かれてなるアンテナ（以下、アンテナ B という）を想定し、そのアンテナの共振周波数を f_2 とする。更に、周波数選択回路 19 が取り除かれてなるアンテナ（以下、アンテナ C という）を想定し、そのアンテナの共振周波数を f_3 とする。

【0078】このとき、周波数の低い順に、 f_1 , f_2 , f_3 である。アンテナ C は、アンテナ A において、アンテナ素子 13 と天井導体 15 との間におけるギャップ 20 により電氣的容量を直列に接続した構造を有するものと考えられる。これにより、アンテナ A とアンテナ C とでは、互いに異なる共振周波数をもつことになる。また、アンテナ B は、アンテナ A において貫通孔 34 のギャップにより天井導体 15 の中に電気容量を直列に接続した構造を有するものと考えられる。従って、この貫通孔 34 の大きさを変化させる、すなわち、貫通孔 34 の内側にある天井導体 15 の大きさを変化させることにより、 f_2 は、 f_1 と f_3 との間の任意の周波数で共振することができる。このように、アンテナ A とアンテナ B とアンテナ C で、互いに異なる共振周波数をもつ。

【0079】周波数選択回路 35 は f_1 で低インピーダンスとなり、 f_2 で高インピーダンスとなる特性を有するものとする。また、周波数選択回路 19 は f_1 , f_2 で低インピーダンスとなり、 f_3 で高インピーダンスとなる特性を有するものとする。これら周波数選択回路 19, 35 を用いることにより、アンテナ 30 は 1 つのアンテナ構造で、 f_1 と f_2 と f_3 の 3 つの周波数で動作するアンテナとなる。

【0080】また、アンテナ 30 は、電波を放射させるための開口部 16, 17 がアンテナ上面に形成され、放射源であるアンテナ素子 13 が接地導体 11 と側面導体 14 とにより囲まれているため、アンテナ側面方向及びアンテナ下面方向（すなわち配置環境）における放射電波への影響が小さい。つまり、アンテナ 30 を室内の天

井等の設置面に設置する場合には、アンテナを設置面内部に埋め込み、アンテナ上面が放射空間に面するように、設置面と面一に設置することが可能である。これにより、天井等から突起物がなくなり、人目に付きにくい景観上好ましいアンテナとなる。また、アンテナ本体がアンテナを設置面内部に埋め込むことが不可能な場合にも、設置面からの突起物が抑制されることにより、一層人目に付きにくいアンテナとなる。また、更に、この実施の形態 2 では、アンテナ 30 が互いに直交する 2 平面（ZY 平面及び ZX 平面）に対して対称的な構造を有しているため、アンテナ 30 からの放射電波の指向性が上記 2 平面に対して対称になるという効果が得られる。

【0081】以上のように、本実施の形態 2 に係るアンテナ 30 は、比較的簡単な且つ小型の構造で、任意の 3 つ以上の周波数で共振するとともに、所望の指向性を有することができる。

【0082】実施の形態 3. 図 15 は、本発明の実施の形態 3 に係るアンテナの構成を示す斜視図である。このアンテナ 40 は、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の構成と略同じ構成を有するもので、これに加え、実施の形態 3 では、更に、開口部 16, 17 における電界分布を変化させるための電界調整導体 46a, 46b, 46c, 46d が設けられている。これらの電界調整導体 46a, 46b, 46c, 46d は、それぞれ、一端側で接地導体 11 に接続される一方、他端側で天井導体 15 に接続されている。アンテナ 40 の動作は、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の動作と同様である。

【0083】ところで、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 では、周波数 f_2 において XY 平面指向性にグレーディングローブが生じてしまう構造になることがある。このように f_1 の XY 平面指向性と f_2 の XY 平面指向性とが全く異なる場合には、システムを構成する上で f_1 の指向性に適するアンテナの配置と f_2 の指向性に適するアンテナの配置が異なってしまう、複数の周波数で動作するというアンテナの利点が損なわれる惧れがある。これに対処すべく、アンテナ 40 では、 f_2 におけるグレーディングローブを抑制することを目的として、電界調整導体 46a, 46b, 46c, 46d が設けられている。かかる構成により、 f_2 における開口部の電界分布が変化し、グレーディングローブを抑制することが可能になる。つまり、 f_2 の指向性が改善される。

【0084】アンテナ 40 についての寸法設定としては、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の構成と同じ構成に関し、図 4 を参照して説明した寸法設定を適用することができる。また、電界調整導体 46a, 46b, 46c, 46d は、それらの高さが $0.16 \times \lambda/2$ に設定されており、接地導体 11 上で、原点における給電点 12 から X 方向に $\pm 0.32 \times \lambda/2$, Y 方向に $\pm 0.5 \times \lambda/2$ だけ離れた点（計 4 点）に配置され、その他端側

で天井導体15に接続されている。給電部18における周波数選択回路19としては、共振周波数が f_2 であるLC並列回路が用いられている。アンテナ40の共振周波数の設計値は、 f_1 及び f_2 である。

【0085】図16は、このように寸法設定されたアンテナ40の放射指向性を示したものである。図16の(a)は f_1 における放射指向性、図16の(b)は f_2 における放射指向性である。放射指向性の目盛りは1間隔が10dBであり、単位は点波源の放射電力に対する利得のdBiである。この図16に示すように、アンテナ40では、 f_1 及び f_2 の両周波数においてY方向への電波の放射が抑制され、X方向への電波の放射が強められている。このように、 f_2 においてもグレーディングローブが抑制されることが分かる。また、アンテナ40では、いずれの周波数においても、アンテナ下面方向には電波をほとんど放射せず、アンテナ上面方向に非常に強い電波を放射し、特にアンテナ斜め横方向に放射指向性が強い。つまり、アンテナ素子13の周囲を囲む側面導体14及び接地導体11により、アンテナ下面方向つまり-Z方向への放射を小さくさせている。かかる特性を有するアンテナ40は、例えば廊下等の細長い室内空間における利用に非常に有効である。

【0086】以上のように、本実施の形態3に係るアンテナ40は、比較的簡単な且つ小型の構造で、2つ以上の任意の周波数で共振するとともに、所望の指向性を有することができ、更に、安定したアンテナ構成でグレーディングローブを抑制することができる。

【0087】実施の形態4. ところで、図17から分かるように、上記実施の形態3に係るアンテナ40では、共振周波数が f_1 から若干ずれる傾向がある。これに対処し得る例として、図18に、本発明の実施の形態4に係るアンテナ50を示す。このアンテナ50では、各電界調整導体46a、46b、46c、46dと天井導体15とが、それぞれ、周波数選択回路51a、51b、51c、51dを介して接続されている。この構成により、図19の(a)から分かるように、共振周波数は f_1 となる。また、図19の(b)から分かるように、第2の共振周波数 f_2 は変わらない。かかる構成にすれば、2つの周波数において共に反射損失が少なく、水平面に双指向特性を示すアンテナを実現することができる。

【0088】なお、実施の形態3及び4に係るアンテナ40及び50としては、周波数選択回路51a、51b、51c、51dが電界調整導体46a、46b、46c、46dと天井導体15との間に介在させられる場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、アンテナは、周波数選択回路が電界調整導体と接地導体11との間に介在させられる構造、若しくは、周波数選択回路が電界調整導体と天井導体との間、及び、電界調整導体と接地導体との間の両方に介在させられる構

造を有するものであってもよい。

【0089】また、アンテナ40及び50としては、4本の電界調整導体が給電点に対して対称に配置された構成を有する場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、所望の放射指向性あるいは共振周波数を得るために、電界調整導体の本数は4本でなくてもよく、また、その配置は非対称的なものであってもよい。

【0090】実施の形態5. 図20は、本発明の実施の形態5に係るアンテナの構成を示す斜視図である。このアンテナ60は、上記実施の形態1に係るアンテナ10の構成と略同じ構成を有するもので、この実施の形態5では、更に、接地導体11と側面導体14と天井導体15とにより囲まれてなる筐体の内部空間に誘電体62が充填されている。アンテナ60の動作は、上記実施の形態1に係るアンテナ10の動作と同様である。

【0091】実施の形態1に係るアンテナ10については、さらに人目に付かないように低背な構造が望まれることがある。そこで、この実施の形態5では、接地導体11と側面導体14と天井導体15とにより囲まれた空間に誘電体を充填することにより、アンテナを小型・低背な構造にすることができる。ここで、真空の誘電率 ϵ_0 に対する誘電体の誘電率の比(比誘電率)を ϵ_r とすると、誘電体内での波長は真空中の波長に比べて $1/\sqrt{(\epsilon_r)}$ 倍となる。 ϵ_r は1以上であるから、誘電体内では波長は短くなる。これにより、アンテナ本体の小型化・低背化を図ることができる。

【0092】このアンテナ60では、アンテナ上面に設けられた開口部16、17からアンテナ内部に湿気や埃の多い空気が入り込みアンテナの特性が劣化する惧れがなく、長期にわたり安定して信頼性を確保することができる。

【0093】また、特に図示しないが、天井導体15及び接地導体11を誘電体基板上の金属パターンにより形成するとともに、側面導体14を導体ビアにより形成するようにしてもよい。かかる構成を有することにより、開口部16、17を有する天井導体15は、エッチング加工等のような工作精度の高い加工法により製作されることが可能となり、その結果、アンテナの製作精度の向上及び量産によるコストの削減を実現することができる。

【0094】更に、この場合には、開口部16、17の形成される導体面のみを誘電体基板で構成することも可能である。具体的には、片面のみ金属箔が張られた誘電体基板を使用して、導体部分を基板上の金属箔により形成し、開口部16、17は導体箔を取り除くことで構成する。この場合には、誘電体板が蓋となり、アンテナ内部に湿気や埃の多い空気が入り込むことによる特性の劣化が抑制され、長期にわたり安定して信頼性を維持することができる。更に、導体と開口部はエッチング加工等のような工作精度の高い加工法により製作することが可

能となり、アンテナの製作精度の向上及び量産によるコストの削減を実現することができる。この場合には、接地導体 11 と側面導体 14 と天井導体 15 とにより囲まれた空間の全てに誘電体が充填されているわけではないので、アンテナが軽量になるといった利点も得られる。

【0095】実施の形態 6. 図 21 は、本発明の実施の形態 6 に係るアンテナの構成を示す斜視図である。このアンテナ 70 は、上記実施の形態 2 に係るアンテナ 30 の構成とほぼ同じ構成を有するもので、この実施の形態 6 では、天井導体 15 において、複数の略環状の貫通孔 71a, 71b, 71c が、上記アンテナ素子 13 の先端部を中心として同心円状に形成されている。そして、貫通孔 71a, 71b, 71c を構成する天井導体 15 の内縁部と外縁部とが、周波数選択回路 72a, 72b, 72c を介して接続されている。なお、給電部 18 の詳細については、上記実施の形態 1 に係るアンテナ 10 の構成と同じで、図 2 に示すように、アンテナ素子 13 と孔部 15a を構成する天井導体 15 の外縁部とは周波数選択回路 19 を介して接続されている。

【0096】かかる構成を備えたアンテナ 70 は、4 つの周波数選択回路 19, 72a, 72b, 72c を用いることにより、1 つのアンテナ構造で、5 つの周波数で動作するアンテナとなる。また、この実施の形態 6 では、アンテナ 70 が互いに直交する 2 平面 (Z Y 平面及び Z X 平面) に対して対称的な構造を有しているため、アンテナ 70 からの放射電波の指向性がこれら 2 平面に対して対称になるという効果が得られる。

【0097】このように、本実施の形態 6 に係るアンテナ 70 は、比較的簡単且つ小型の構造で、任意の 5 つ以上の周波数で共振するとともに、所望の指向性を有することができる。

【0098】なお、実施の形態 6 では、天井導体 15 の中心まわりに 3 組の環状の貫通孔及び周波数選択回路を設け、アンテナの共振周波数を 5 つとした場合を例に挙げて説明したが、これに限定されることなく、それ以上の組の貫通孔および周波数選択回路を設けることにより、更に多くの周波数で共振するアンテナを実現することができる。

【0099】実施の形態 7. 図 22 は、本発明の実施の形態 7 に係るアンテナの組立構造をあらわす分解斜視図である。このアンテナ 80 は、上記実施の形態 6 における場合と同じ構造の天井導体 15 を有するもので、この実施の形態 7 では、更に、特定の周波数又は周波数帯域の信号を送受信する送受信回路 81 が、アンテナの一構成として組み込まれている。送受信回路 81 は、各種構成が 1 枚の回路基板 82 上に載置されてなる構造を有し、回路基板 82 が接地導体 11 に取り付けられることにより、接地導体 11 上に配設される。また、この送受信回路 81 に対しては、アンテナ素子 13 が、回路基板 82 から上方に延び、その先端側で給電部 18 のほぼ中

心に位置するように取り付けられる。

【0100】一般に、送受信回路 81 が組み込まれたアンテナ 80 は、図 23 に示すように、信号伝送ケーブル 87 を介して、ベースバンド信号処理を行なう制御部 88 と接続される。制御部 88 は、その基本動作として、アンテナ 80 で受信された高周波信号を復調し、そこから伝送情報であるベースバンド信号を抽出し、また、一方、ベースバンド信号をその振幅、周波数又は位相について変調した上でアンテナ 80 へ伝送する。

【0101】図 24 に、送受信回路 81 の構成を示す。送受信回路 81 は、フィルタスイッチ 84 と通過周波数帯域の互いに異なる 2 つのフィルタ 85a, 85b とを備えたフィルタ切替回路 83 と、送信用の増幅器 86A 及び受信用の増幅器 86B とを有している。送受信回路 81 に対して取り付けられるアンテナ素子 13 は、フィルタ切替回路 83 内のフィルタスイッチ 84 に接続されている。フィルタ切替回路 83 では、フィルタスイッチ 84 が、例えば一定時間周期で、フィルタ 85a, 85b を交互に切り替え、アンテナ素子 13 と接続させる。フィルタ切替回路 83 を用いることにより、フィルタスイッチの切替動作に応じて、送受信対象とする信号の周波数を変えることができ、種々の周波数又は周波数帯域をカバーすることが可能である。

【0102】かかる構成を備えた送受信回路 81 では、送信時に、制御部 88 (図 23 参照) から送信用の信号伝送ケーブル 87A を通じて送られてきた信号が、送信用の増幅器 86A において増幅された上で、フィルタ切替回路 83 に入力される。フィルタ切替回路 83 では、アンテナ素子 13 と接続するフィルタとして、フィルタスイッチ 84 により、フィルタ 85a 及び 85b のいずれかが選択され、選択されたフィルタを通じて、そのフィルタの通過周波数帯域に対応する信号が、入力信号から取り出される。そして、取り出された信号が、アンテナ素子 13 へ送られる。

【0103】また、一方、受信時には、アンテナ素子 13 から受信された信号から、フィルタ切替回路 83 においてフィルタスイッチ 84 により選択されたフィルタを通じて、そのフィルタの通過周波数帯域に対応する信号が取り出され、増幅器 86B により増幅された上で、受信用の信号伝送ケーブル 87B を通じて制御部 88 (図 23 参照) へ送られる。

【0104】アンテナに組み込まれる送受信回路としては、図 24 に示す構成と別の構成を備えたものを用いてもよい。例えば、信号の周波数を変換し得る高周波 IC を備えた送受信回路を用いてもよい。この場合、周波数変換により、所望の周波数を備えた信号が得られる。更に、図 25 ~ 29 を参照して、図 24 に示す構成と異なる送受信回路の構成の例について説明する。

【0105】図 25 に示す送受信回路 91 では、フィルタ切替回路 83 において、通過周波数帯域の互いに異なる

る4つのフィルタ85a, 85b, 85c, 85dが設けられるとともに、それぞれ2つの送信用の増幅器86A, 86A'及び受信用の増幅器86B, 86B'が設けられている。送信用の増幅器86A, 86A'は互いに異なる増幅率を有しており、また、同様に、受信用の増幅器86B, 86B'も互いに異なる増幅率を有している。送信用の増幅器86A, 86A'及び受信用の増幅器86B, 86B'は、それぞれ、送信用の信号伝送ケーブル87A, 87A及び受信用の信号伝送ケーブル87B, 87Bに接続されている。

【0106】かかる送受信回路91によれば、送信用及び受信用の各々について、互いに異なる増幅率をもつ増幅器が設けられることにより、送信に際して、各種の強さの送信電波を実現することができ、また、受信に際しては、強さの異なる受信電波から所望の強さの信号を実現することができる。なお、増幅器86A, 86A'又は86B, 86B'の代わりに、互いに異なる動作周波数をもつ複数の増幅器が用いられてもよい。この場合には、送受信に際して、各種周波数の電波を実現することができる。

【0107】図26に示す送受信回路92では、図25に示す送受信回路91の構成に加え、2つの送信用の増幅器86A, 86A'が、分配器93Aを介して、送信用の信号伝送ケーブル87Aに接続され、他方、2つの受信用の増幅器86B, 86B'が、合成器93Bを介して、受信用の信号伝送ケーブル87Bに接続されている。分配器93Aは、信号伝送ケーブル87Aを通じて伝送されてきた1つの信号を2つの送信用の増幅器86A, 86A'に分岐させる。合成器93Bは、2つの受信用の増幅器86B, 86B'から入力される2つの信号を1つの信号に合成する。

【0108】図27に示す送受信回路94では、図24に示す送受信回路81の構成に加え、送信用の増幅器86Aが、フォトダイオード95Aを介して、送信用の信号伝送ケーブル87Aに接続され、他方、受信用の増幅器86Bが、レーザダイオード95Bを介して、受信用の信号伝送ケーブル87Bに接続されている。また、この例では、送信用及び受信用の信号伝送ケーブル87A, 87Bが、広帯域で低損失の信号伝送を実現する光ファイバである。フォトダイオード95Aは、光ファイバ87Aを通じて伝送されてきた光信号を光-電気変換した上で、増幅器86Aへ出力する。レーザダイオード95Bは、受信用の増幅器86Bから入力される信号を電気-光変換した上で、光ファイバ87Bを通じて出力する。なお、フォトダイオード95Aの代わりに、フォトトランジスタを用いるようにしてもよい。

【0109】図28に示す送受信回路96では、図26に示す送受信回路92の構成に加え、送信用の増幅器86A, 86A'に対応して設けられた分配器93Aが、フォトダイオード95Aを介して、送信用の信号伝送ケ

ーブル87Aに接続され、他方、受信用の増幅器86B, 86B'に対応して設けられた合成器93Bが、レーザダイオード95Bを介して、受信用の信号伝送ケーブル87Bに接続されている。この例では、図26に示す場合と同様に、送信用及び受信用の信号伝送ケーブル87A, 87Bが光ファイバである。

【0110】図29に示す送受信回路97では、図27又は図28に示すようなフォトダイオード95A及びレーザダイオード95Bがそれぞれ接続される送信用及び受信用の光ファイバ87A, 87Bに対して、フォトカプラ98が設けられている。フォトカプラ98は、2本の光ファイバ87A, 87Bと、双方向の伝送が可能な1本の光ファイバ99とを連結している。かかるフォトカプラ98を設けることにより、ベースバンド信号処理を行なう制御部88(図23参照)と送受信回路97との間の信号伝送が、1本の光ファイバ99で行なえるようになり、構成の簡略化が図れる。なお、前述した送受信回路の構成の例は、後述する実施の形態8~10においても適用可能である。

【0111】実施の形態8. 図30は、本発明の実施の形態8に係るアンテナの組立構造を示す分解斜視図である。アンテナ100は、上記実施の形態7における場合と同じ構成を備えるもので、この実施の形態8では、更に、筐体内部で接地導体11上に配設される送受信回路81を遮蔽するカバー部材102が設けられる。カバー部材102の上面には、回路基板82から上方へ延びるアンテナ素子13を挿通させるための孔102aが形成されている。

【0112】このカバー部材102を設けることにより、送受信回路81を外部環境から保護し、埃や湿気による送受信回路81の影響を抑制することができる。また、カバー部材102が金属からなる場合には、アンテナ100で送受信される電波が、送受信回路81の回路動作に影響することを防止することができる。

【0113】実施の形態9. 図31は、本発明の実施の形態9に係るアンテナの組立構造を示す分解斜視図である。上記実施の形態7及び8では、送受信回路81が、筐体内にて接地導体11上に配設されたが、この実施の形態9に係るアンテナ110では、接地導体11に中空の凸部112が形成され、送受信回路81が、接地導体11の裏面側にて凸部112により構成される空間部内に収納される。凸部112の上面には、回路基板82から上方へ延びるアンテナ素子13を挿通させるための孔112aが形成されている。

【0114】実施の形態10. 図32は、本発明の実施の形態10に係るアンテナの組立構造を示す分解斜視図である。アンテナ120は、上記実施の形態9における場合と同じ構成を備えるもので、この実施の形態10では、更に、接地導体11の裏面側で凸部112により構成された空間部を遮蔽するカバー部材121が設けられ

10

20

30

40

50

る。

【0115】このカバー部材121を設けることにより、接地導体11の裏面側にて凸部112により構成された空間部内に収納される送受信回路81を、外部環境から保護し、埃や湿気による送受信回路81の影響を抑制することができる。また、カバー部材121が金属からなる場合には、アンテナ120で送受信される電波が、送受信回路81の回路動作に影響することを防止することができる。

【0116】なお、本発明は、例示された実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改良及び設計上の変更が可能であることは言うまでもない。

【0117】

【発明の効果】以上の説明から明かなように、本願の請求項1に係る発明によれば、アンテナにおいて、アンテナ下面をなす接地導体と、該接地導体に対向して配置されアンテナ上面をなす天井導体と、アンテナ側面をなす側面導体とから構成されてなる筐体と、上記筐体の一部に設けられ、電波を放射するように開口する少なくとも1つの開口部と、上記接地導体上に配置され、外部より所定の給電線路を介して電力供給される給電点と、一端側で上記給電点に接続される一方、他端側で上記天井導体と周波数選択回路を介して接続されるとともに、その周囲を上記側面導体により囲まれたアンテナ素子とを有しているので、比較的簡単な且つ小型の構造で、複数の任意の周波数で共振しつつ、所望の放射指向性を得ることができる。

【0118】また、本願の請求項2に係る発明によれば、更に、上記天井導体には、上記アンテナ素子と天井導体との接続部周囲において、略環状の貫通孔が形成され、該貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがアンテナ素子と天井導体との接続部における周波数選択回路とは異なる周波数選択回路を介して接続されているので、アンテナは、少なくとも3つ以上の周波数で共振することが可能であり、各周波数に対応して、複数の放射指向性を実現することができる。

【0119】更に、本願の請求項3に係る発明によれば、上記略環状の貫通孔が同心円状に複数形成され、各貫通孔を構成する天井導体の内縁部と外縁部とがそれぞれ別個の周波数選択回路を介して接続されているので、アンテナは、更に多くの周波数で共振することが可能であり、各周波数に対応して、複数の放射指向性を実現することができる。

【0120】更に、また、本願の請求項4に係る発明によれば、上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体がXY平面上に位置し、上記給電点が原点に位置し、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZY平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZY平面に対して対称となるよう

に配置されるので、アンテナでは、ZY平面に対して対称的な電波の放射指向性を得ることができる。

【0121】更に、また、本願の請求項5に係る発明によれば、上記筐体が、XYZ直交座標系において、上記接地導体と天井導体と側面導体とがZX平面に対して対称となる構造を有するとともに、上記筐体に設けられた開口部が、ZX平面に対して対称になるように配置されているので、更に、アンテナでは、ZY平面及びZX平面の両方に対して対称的な電波の放射指向性を得ることができる。

【0122】また、更に、本願の請求項6に係る発明によれば、上記周波数選択回路が並列共振回路から構成されているので、複数の周波数で反射損失の少ない良好なインピーダンス特性を得ることができる。

【0123】また、更に、本願の請求項7に係る発明によれば、上記周波数選択回路がローパスフィルタから構成されているので、共振並列回路と比較して、通過時と遮断時の周波数特性をより急峻にすることが可能となり、周波数間隔の近い周波数の選択が可能となるという効果が得られる。

【0124】また、更に、本願の請求項8に係る発明によれば、上記周波数選択回路が切替えスイッチから構成されているので、時分割方式の異なる動作周波数の異なるシステムに対してアンテナを動作させることが可能となり、動作していないシステムの動作周波数に対する抑制フィルタが不要となる若しくは軽減されるという効果が得られる。

【0125】また、更に、本願の請求項9に係る発明によれば、整合導体が接地導体と電気的に接続されているので、アンテナのインピーダンスと給電線路のインピーダンスとの整合が得られる。

【0126】また、更に、本願の請求項10に係る発明によれば、上記整合導体が周波数選択回路を介して接地導体と接続されているので、所望の周波数のみのインピーダンスを変化させて調整することができる。

【0127】また、更に、本願の請求項11に係る発明によれば、上記整合導体がアンテナ素子と電気的に接続されているので、特にインピーダンスが低い場合にも、インピーダンスを高くして、整合状態を良好にすることが可能である。

【0128】また、更に、本願の請求項12に係る発明によれば、上記筐体の内部空間の一部又は全てが誘電体で充填されているので、開口部からアンテナ内部に湿気や埃の多い空気が入り込みアンテナの特性が劣化する惧れがなく、長期にわたり安定して信頼性を確保することができる。

【0129】また、更に、本願の請求項13に係る発明によれば、上記天井導体は、エッチング加工等のような工作精度の高い加工法により製作されることが可能となり、その結果、アンテナの製作精度の向上及び量産によ

るコストの削減を実現することができる。

【0130】また、更に、本願の請求項 14 に係る発明によれば、上記開口部における電界分布を変化させるための電界調整導体が設けられているので、アンテナ内のグレーディングローブを抑制することができる。

【0131】また、更に、本願の請求項 15 に係る発明によれば、上記電界調整導体が、上記筐体と周波数選択回路を介して接続されているので、複数の周波数において共に反射損失が少なく、水平面に双指向特性を示すアンテナを実現することができる。

【0132】また、更に、本願の請求項 16 に係る発明によれば、更に、上記筐体に設けられた開口部の開口面積を可変とする開口面積可変手段を有しているため、開口部の変化に伴ない、アンテナの放射指向性を変化させ、所望の放射指向性を得ることができる。

【0133】また、更に、本願の請求項 17 に係る発明によれば、アンテナ下面をなす接地導体が円形状に形成されているので、アンテナ本体を設置面に設置する際に、天井の升目又は部屋の形状に配慮することなく、アンテナを設置することができる。

【0134】また、更に、本願の請求項 18 に係る発明によれば、特定の周波数又は周波数帯域の信号を送受信するための送受信回路が設けられ、該送受信回路が、一端側で、上記アンテナ素子に接続される一方、他端側で、ベースバンド信号処理を行なう所定のデバイスに連絡する信号伝送ケーブルに接続されているので、アンテナ素子を介して、特定の周波数又は周波数帯域の信号の送受信が可能である。

【0135】また、更に、本願の請求項 19 に係る発明によれば、上記送受信回路が上記接地導体上に配設され、該送受信回路の上面及び側面を覆う遮蔽導体が設けられるので、アンテナ素子が送受信する電波が上記送受信回路における各構成の動作に影響する恐れをなくすることができる。

【0136】また、更に、本願の請求項 20 に係る発明によれば、上記接地導体に中空の凸部が形成され、上記送受信回路が該凸部内に収納されるように上記接地導体の裏面側に配設されるので、上記筐体の外形がなす範囲内に上記送受信回路を納めることができ、アンテナ本体の小型化を図ることができる。

【0137】また、更に、本願の請求項 21 に係る発明によれば、上記接地導体の裏面側で上記凸部に対応する開口部を覆う遮蔽カバーが設けられるので、該空間部内へ埃や湿気が入り込むのを防止し、上記凸部内に収納された送受信回路に対する外部環境環境からの影響を抑制することができる。また、遮蔽カバーが金属からなる場合には、アンテナ素子が送受信する電波が上記送受信回路の動作に影響する恐れをなくすることができる。

【0138】また、更に、本願の請求項 22 に係る発明によれば、上記送受信回路が、電源不要な受動素子から

構成されているので、回路自体が簡単な構成で済み、これにより、回路の小型化及び低コスト化が可能となる。

【0139】また、更に、本願の請求項 23 に係る発明によれば、上記送受信回路が、送受信対象である信号について周波数変換可能な高周波 IC を備えているので、アンテナ内で、信号周波数を変換することで、所望の周波数を備えた信号が得られる。

【0140】また、更に、本願の請求項 24 に係る発明によれば、上記送受信回路が、特定の通過周波数帯域をもつフィルタを有しているため、フィルタをその通過周波数帯域に基づき選択することで、必要な周波数信号を得ることができる。

【0141】また、更に、本願の請求項 25 に係る発明によれば、上記送受信回路が、互いに異なる通過周波数帯域をもつ複数のフィルタと、これらのフィルタのうちの 1 つを有効にするように切替動作を行なうフィルタスイッチとを備えたフィルタ切替回路を有しているため、フィルタスイッチの切替動作に応じて、送受信対象とする信号の周波数を変えることができ、種々の周波数又は周波数帯域をカバーすることが可能である。

【0142】また、更に、本願の請求項 26 に係る発明によれば、送信用の増幅器及び／又は受信用の増幅器により、送受信に際して、所望の強さの信号を実現することができる。

【0143】また、更に、本願の請求項 27 に係る発明によれば、送信用及び／又は受信用に、互いに異なる増幅率をもつ複数の増幅器が設けられているため、送信に際して、各種の強さの送信電波を実現することができ、また、受信に際しては、強さの異なる受信電波から所望の強さの信号を実現することができる。

【0144】また、更に、本願の請求項 28 に係る発明によれば、送信用及び／又は受信用に、互いに異なる動作周波数をもつ複数の増幅器が設けられているため、送受信に際して、各種の周波数の電波を実現することができる。

【0145】また、更に、本願の請求項 29 に係る発明によれば、上記複数の送信用の増幅器が共に分配器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、該分配器が、信号伝送ケーブルから入力される 1 つの信号を複数の信号に分岐させ、上記複数の送信用の増幅器へ出力するので、ベースバンド信号処理を行なうデバイスと送受信回路との間で、信号伝送ケーブルの本数を削減することができ、構成の簡略化が図れる。

【0146】また、更に、本願の請求項 30 に係る発明によれば、上記複数の受信用の増幅器が共に合成器を介して上記信号伝送ケーブルに接続されており、該合成器が、上記受信用の増幅器から入力される複数の信号を 1 つの信号に合成して、上記信号伝送ケーブルへ出力するので、ベースバンド信号処理を行なうデバイスと送受信回路との間で、信号伝送ケーブルの本数を削減すること

ができ、構成の簡略化が図れる。

【0147】また、更に、本願の請求項31に係る発明によれば、光-電気変換可能な光受動素子及び/又は電気-光変換可能な光能動素子を設け、信号伝送ケーブルとして光ファイバを使用するので、広帯域で低損失の信号伝送を実現することができる。

【0148】また、更に、本願の請求項32に係る発明によれば、上記光受動素子及び上記光能動素子がそれぞれ接続される光ファイバがフォトコブラを介して1本の光ファイバに連結されているので、ベースバンド信号処理を行なうデバイスと送受信回路との間で、信号伝送が1本の光ファイバで行なえ、構成の簡略化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係るアンテナの構成を示す。

【図2】 上記アンテナにおける給電部を拡大して示す。

【図3】 上記アンテナによる電波の放射原理についての説明図である。

【図4】 上記アンテナについての寸法設定の一例を示す。

【図5】 (a) 上記アンテナの周波数選択回路が導体に置き換えられてなるアンテナAについてのインピーダンス特性を示す。

(b) 上記アンテナの周波数選択回路が取り除かれてなるアンテナBについてのインピーダンス特性を示す。

【図6】 周波数選択回路としてLC並列回路を用いたアンテナについてのインピーダンス特性を示す。

【図7】 上記アンテナの放射指向性を示す。

【図8】 アンテナに用いられる周波数選択回路についてのスミスチャートである。

【図9】 上記実施の形態1に係るアンテナの構成に加えて、接地導体上に一對の整合導体が設けられたアンテナの構成を示す。

【図10】 上記整合導体とアンテナ素子とが導体を介して接続されているアンテナの構成を示す。

【図11】 上記整合導体と接地導体とが周波数選択回路を介して接続されているアンテナの構成を示す。

【図12】 アンテナに設けられた開口部の開口面積を変変とする開口面積可変手段を示す。

【図13】 アンテナ素子が、その他端側で、他の部分から孤立した天井導体の一部に直接に接続されるとともに、天井導体の孤立部分とその他の部分とが、周波数選択回路を介して互いに接続される構造を備えたアンテナの構成を示す。

【図14】 本発明の実施の形態2に係るアンテナの構成を示す。

【図15】 本発明の実施の形態3に係るアンテナの構成を示す。

【図16】 上記実施の形態3に係るアンテナの放射指

向性を示す。

【図17】 上記実施の形態3に係るアンテナについての入力インピーダンス特性を示す。

【図18】 天井導体と周波数選択回路を介して接続された電界調整導体を備えた、本発明の実施の形態4に係るアンテナの構成を示す。

【図19】 (a) 図18のアンテナについて、周波数 f_1 である場合のインピーダンス特性を示す。

(b) 図18のアンテナについて、周波数 f_2 である場合のインピーダンス特性を示す。

【図20】 本発明の実施の形態5に係るアンテナの構成を示す。

【図21】 本発明の実施の形態6に係るアンテナの構成を示す。

【図22】 本発明の実施の形態7に係るアンテナの組立構造を分解して示す。

【図23】 信号伝送ケーブルを介して接続されるアンテナ制御部を示す。

【図24】 上記実施の形態7に係るアンテナに装備される送受信回路の構成を示すブロック図。

【図25】 図24に示す構成と異なる送受信回路の構成の第1の例を示す。

【図26】 図24に示す構成と異なる送受信回路の構成の第2の例を示す。

【図27】 図24に示す構成と異なる送受信回路の構成の第3の例を示す。

【図28】 図24に示す構成と異なる送受信回路の第4の変形例を示す。

【図29】 図24に示す構成と異なる送受信回路の第5の変形例を示す。

【図30】 本発明の実施の形態8に係るアンテナの組立構造を分解して示す。

【図31】 本発明の実施の形態9に係るアンテナの組立構造を分解して示す。

【図32】 本発明の実施の形態10に係るアンテナの組立構造を分解して示す。

【図33】 従来のアンテナの構成を示す。

【図34】 従来のアンテナについての寸法設定の一例を示す。

【図35】 従来のアンテナについてのインピーダンス特性を示す。

【図36】 従来のアンテナの放射指向性を示す。

【符号の説明】

10…アンテナ

11…接地導体

12…給電点

13…アンテナ素子

14…側面導体

15…天井導体

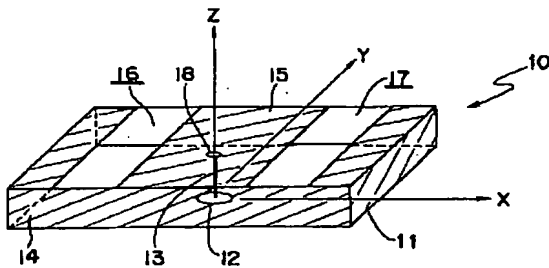
15a…孔部

16, 17…開口部
 18…給電部
 19…周波数選択回路
 20…ギャップ
 22…整合導体
 22a, 22b…周波数選択回路
 23…開口面積可変手段
 34…貫通孔
 35…周波数選択回路
 46a, 46b, 46c, 46d…電界調整導体
 51a, 51b, 51c, 51d…周波数選択回路
 62…誘電体
 71a, 71b, 71c…貫通孔
 72a, 72b, 72c…周波数選択回路

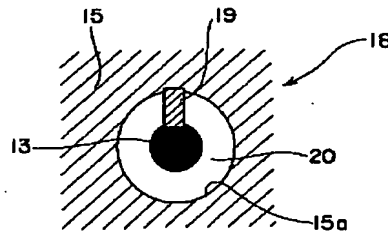
81…送受信回路
 84…フィルタスイッチ
 85a, 85b, 85c, 85d…フィルタ
 86A, 86A'…送信用増幅器
 86B, 86B'…受信用増幅器
 87, 87A, 87B…信号伝送ケーブル
 88…制御部
 93A…分配器
 93B…合成器
 95A…フォトダイオード
 95B…レーザダイオード
 98…フォトカプラ
 99…光ファイバ

10

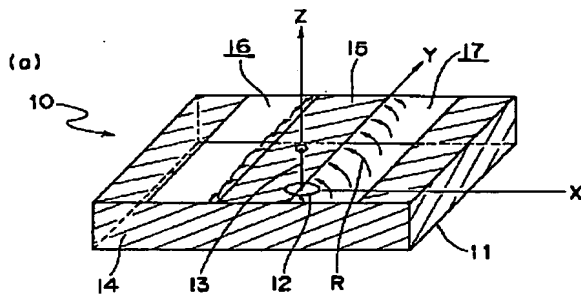
【図1】



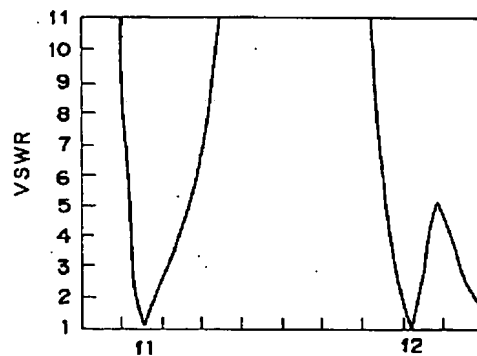
【図2】



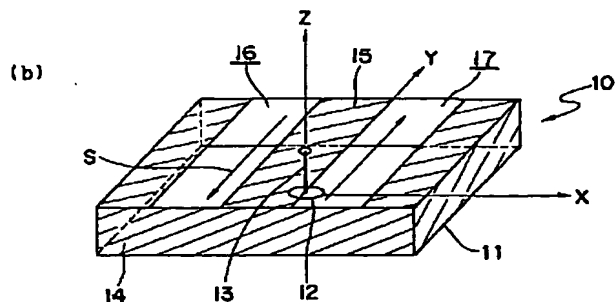
【図3】



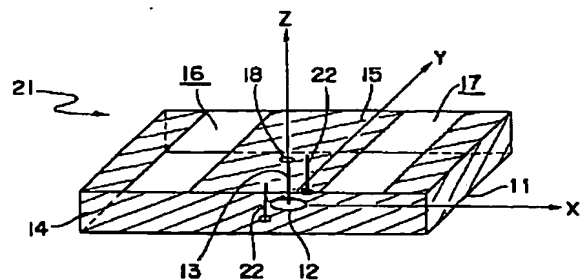
【図6】



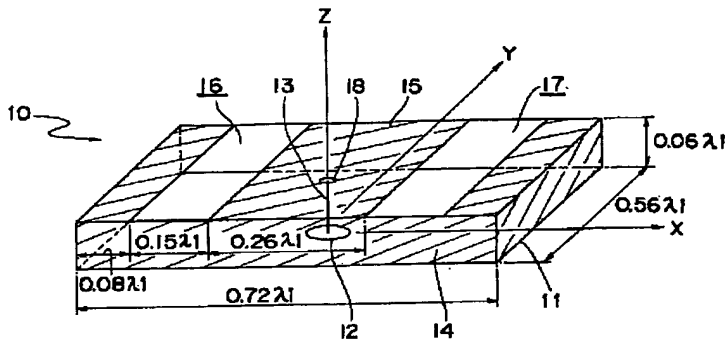
周波数



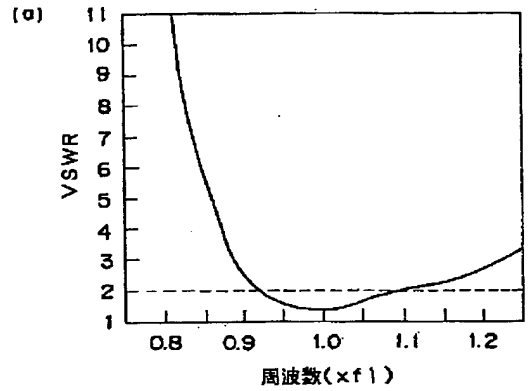
【図9】



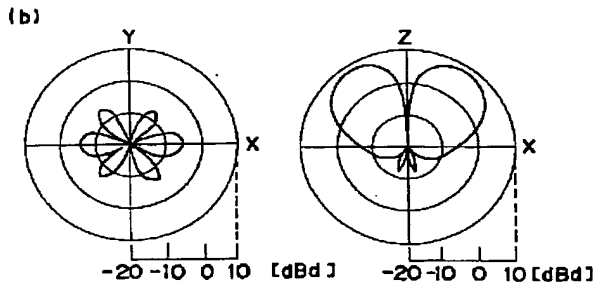
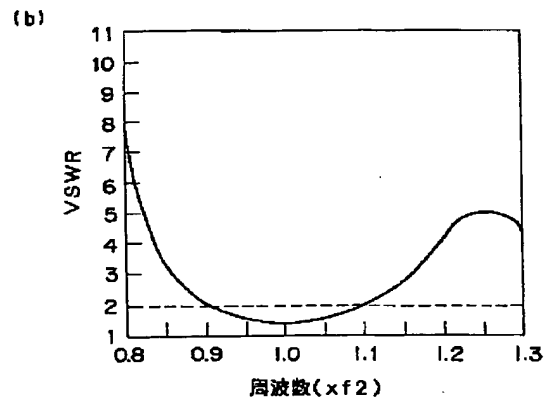
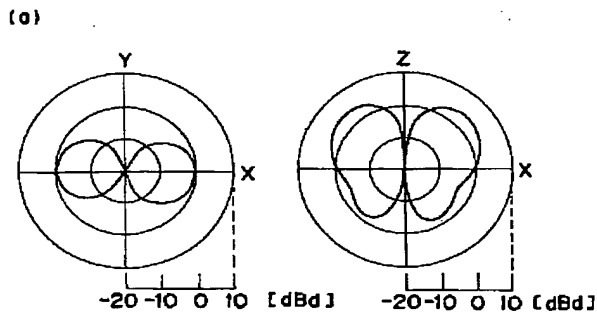
【図4】



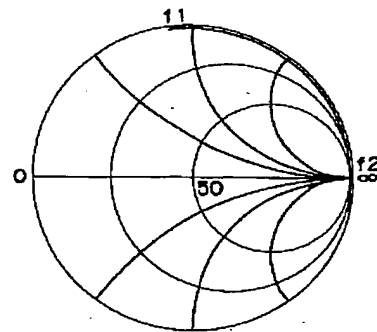
【図5】



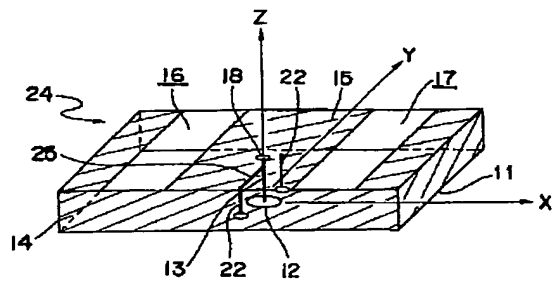
【図7】



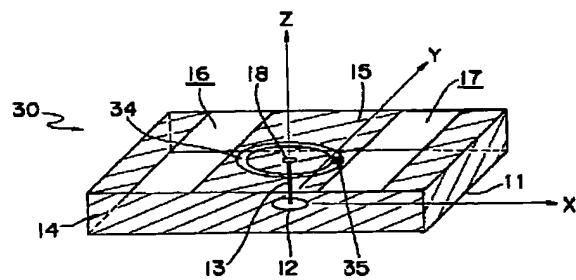
【図8】



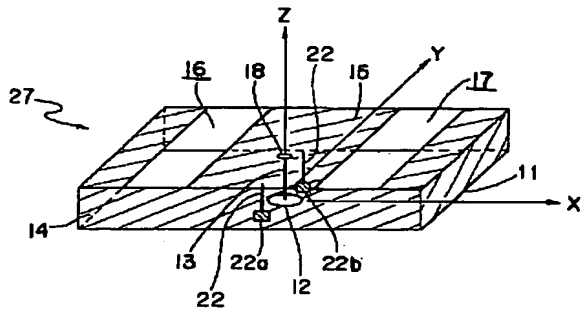
【図10】



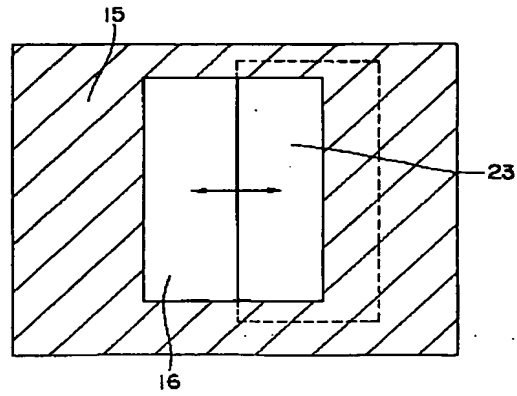
【図14】



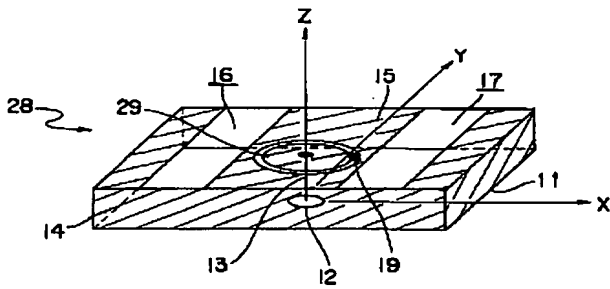
【図11】



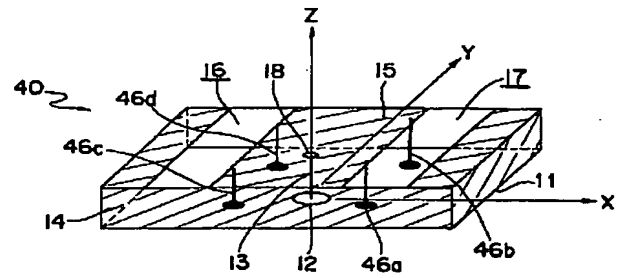
【図12】



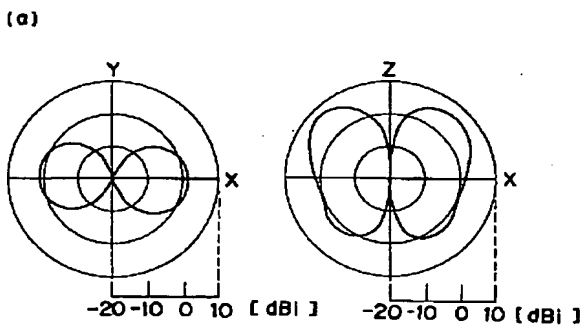
【図13】



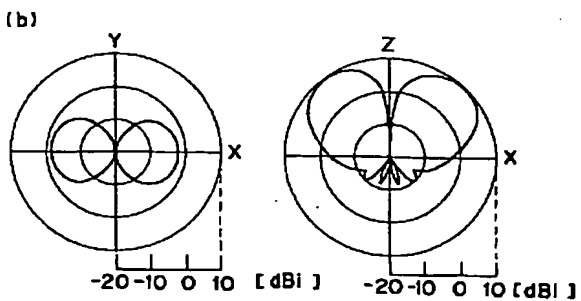
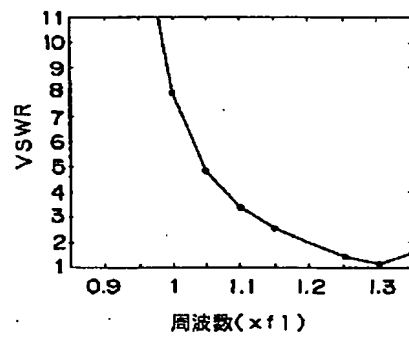
【図15】



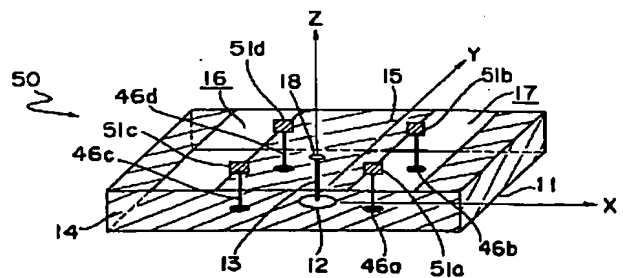
【図16】



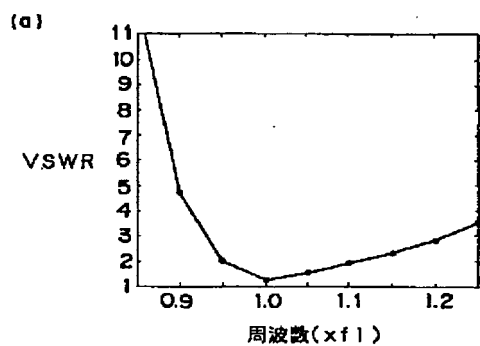
【図17】



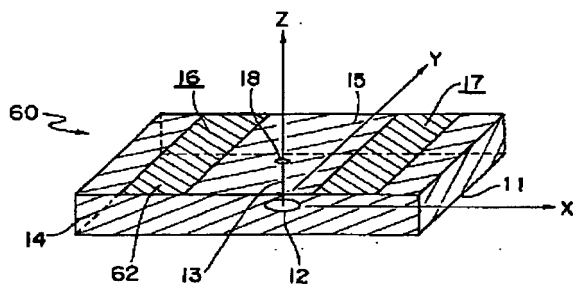
【図18】



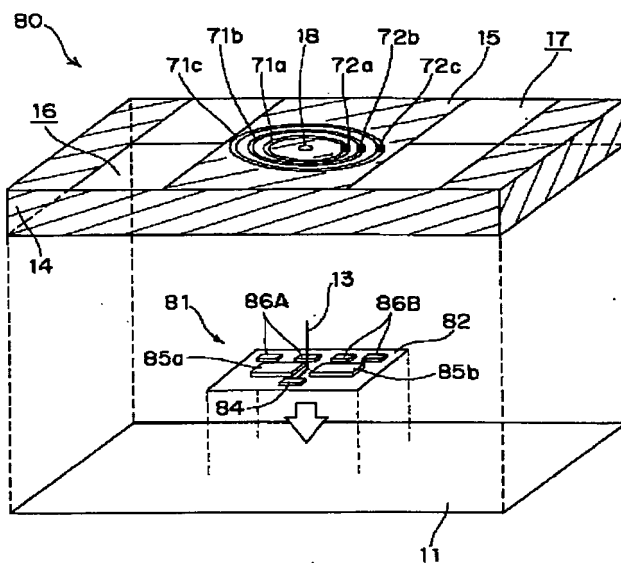
【図19】



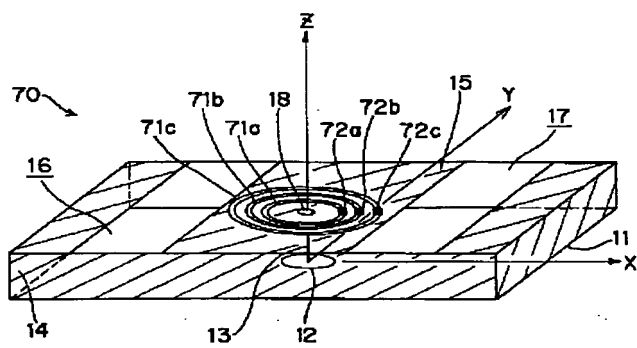
【図20】



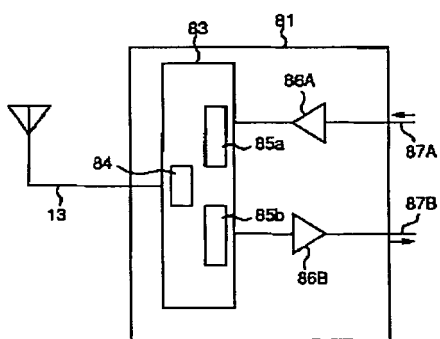
【図22】



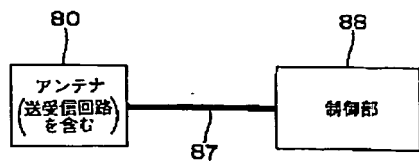
【図21】



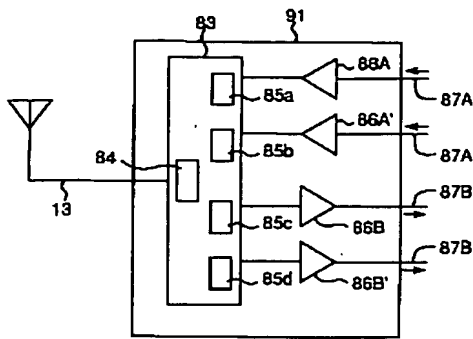
【図24】



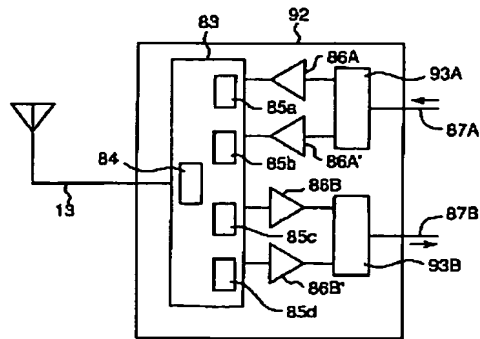
【図23】



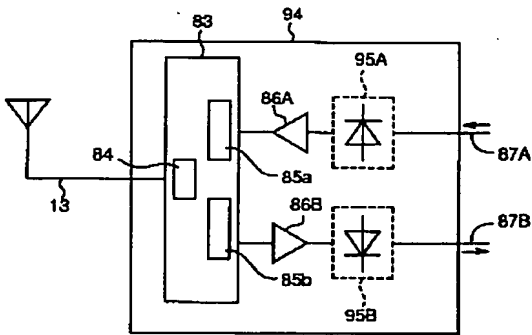
【図25】



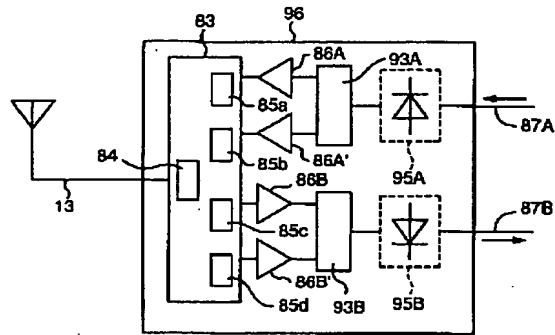
【図26】



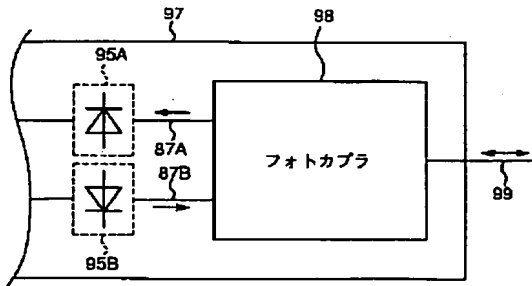
【図27】



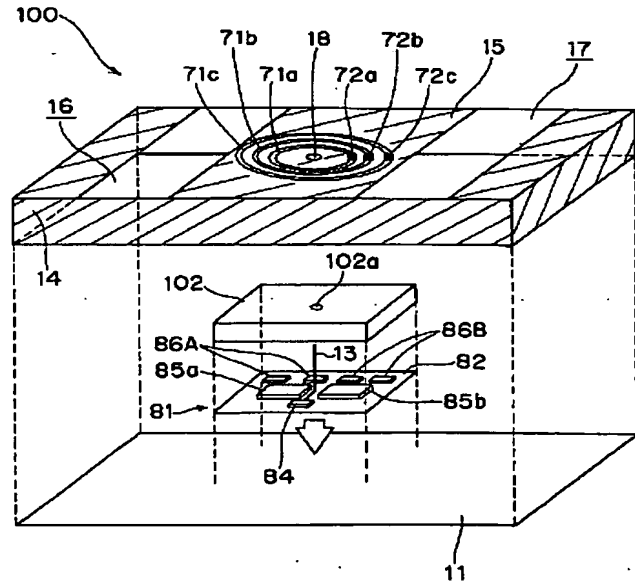
【図28】



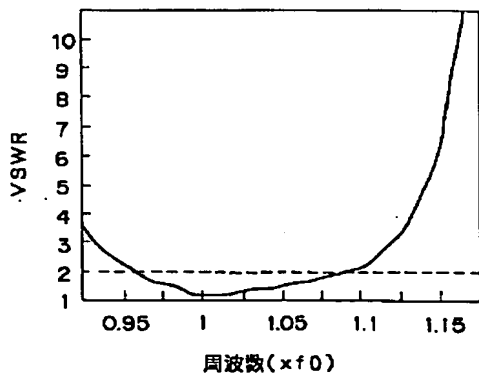
【図29】



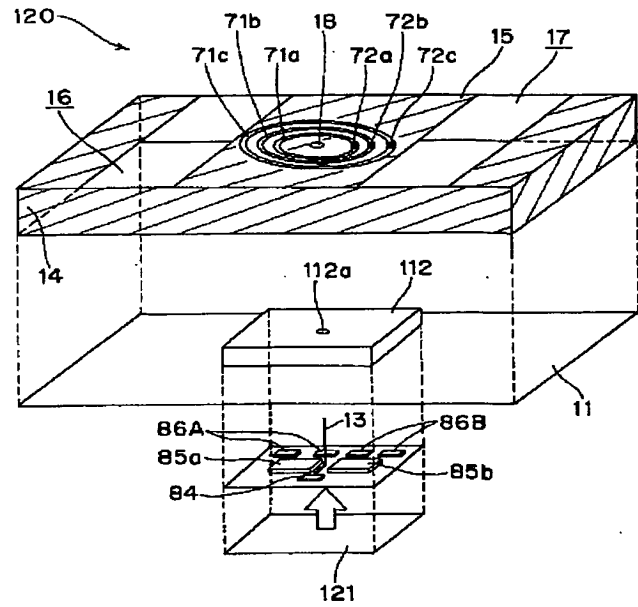
【図30】



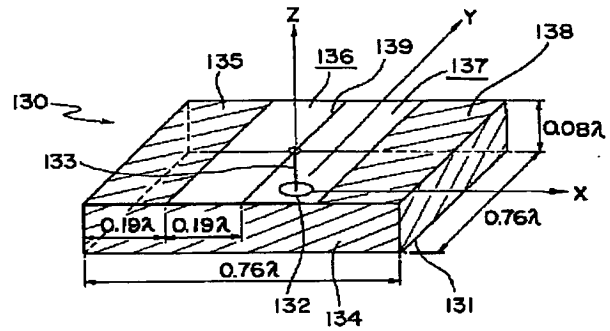
【図35】



【図 3 2】



【図 3 4】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 晃一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内Fターム(参考) 5J045 AA03 AA21 AB05 BA01 DA08
EA07 GA05 HA02
5J046 AA03 AB13 PA07
5K011 AA06 DA02 DA21 DA27 EA01
JA01 JA03 KA01

THIS PAGE BLANK (USPTO)